

## SÄTT ATT TILLVERKA EN PLATTA

### TEKNISKT OMRÅDE

Uppfinningen avser ett sätt att tillverka en platta av metall och/eller keram, vilken

5 uppvisar ett eller flera fält som upptar större delen av plattans yta och som på åtminstone plattans ena sida är högreliefmönstrade, mer bestämt mönstrade så att plattan på nämnda åtminstone en sida inom området för nämnda fält har reliefer som uppvisar höga utskott omväxlande med djupa dalar eller försänkningar och mellan sidorna ett tunt liv, vilket eller vilka högreliefmönstrade fält åtminstone delvis kantas av breda

10 kantpartier som har en tjocklek som är större än plattans medeltjocklek inom området för nämnda högreliefmönstrade fält. Typiska exempel på plattor av detta slag är plattor avsedda att ingå i bränsleceller eller i värmeväxlare.

### UPPFINNINGENS BAKGRUND

15 Att tillverka metallplattor av ovan angivet slag är svårt. Särskilt svårt är det att tillverka sådana plattor som är tunna och utpräglat högreliefmönstrade, samtidigt som de är breda. Konventionella metoder, såsom skärande bearbetning, gnistning, etsning, laserbearbetning etc. är långsamma och kostsamma och ändå är det svårt att med sådana konventionella metoder få en fullgod produkt. Detta har i hög grad hämmat utvecklingen av bränsleceller i vilka högreliefmönstrade plattor ingår i stor omfattning. Sådana plattor i ett system kan bl.a. bidra till att separera olika gaser, transportera restprodukter samt leda utvunnen ström i bränslecellsystemet och plattor har vanligen cirkulär, kvadratisk eller rektangulär form med ett centrat fält, som på båda sidor uppvisar kanaler, som avgränsas från varandra genom relativt sett höga bommar. Dessa

20 högreliefmönstrade fält omges av en runtomgående, förhållandevis bred kant, som bildar en plan ram till det högreliefmönstrade mittfältet, varvid bommarnas topplan sammanfaller med ramens båda sidoplan. Tjockleken på sådana plattor kan variera högst avsevärt från till fall, men uppgår normalt inte till mer än högst 3 mm, medan tjockleken på livet mellan spåren kan uppgå t.ex. till storleksordningen 1 mm. Ett sätt

25 att tillverka spåren i plattorna idag är med någon form av skärande bearbetning, men detta är som nämnts en långsam och dyrbar process. Med konventionell formningsteknik är det inte heller möjligt att få materialet att flyta ut fullständigt i verktygsformen, eftersom betydande friktionskrafter hindrar materialtransporten.

30 Alternativt skadas verktygen om högre tryck appliceras i en konventionell utrustning för att åstadkomma nödvändig materialtransport för att få materialet att fullständigt fylla verktygsformen. Liknande problem förekommer vid tillverkning av plattor avsedda att

35 ingå i värmeväxlare.

## REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

Syftet med uppfinningen är att erbjuda en betydligt mer rationell tillverkningsprocess för metallplattor av i ingressen angivet slag, i synnerhet metallplattor för bränsleceller och/eller för värmeväxlare. Mer bestämt syftar uppfinningen till att erbjuda en  
5 tillverkningsteknik som är betydligt billigare än konventionell teknik men som ändå ger en produkt som fyller de högt ställda krav med avseende på måtnoggrannhet, täthet och andra egenskaper, vilka ställs på bränslecellsplattor och värmeväxlarplattor. Sättet enligt uppfinningen är dock inte begränsat enbart till tillverkning av bränslecellsplattor och  
10 värmeväxlarplattor utan kan finna en vidsträckt användning även för andra metallplattor, i synnerhet plattor som är breda i förhållande till tjockleken.

Enligt uppfinningen utnyttjas formning med hög kinetisk energi för att tillverka plattan med de högreliefmönstrade sidorna. Men det är inte möjligt att tillverka plattor med detta mönster genom hög kinetisk energiformning i ett enda slag, om man utgår från  
15 pulver eller från en plan platta. Även om materialet mjukgöres blir det mycket höga tryck som uppstår vid den hög kinetiska formningen, så är förmågan ändå allt för begränsad för att materialet skall kunna flyta dels i de labyrinthliknande gångarna i formningsverktyget i den del av verktyget som skall bilda högreliefmönstret, dels även  
20 flyta ut till de tjockare kantpartierna. Det är inte heller möjligt att i ett och samma verktyg forma produkten genom en serie slag. Tvärtom ökas därmed problemen. Särskilt gäller detta då man utgår från pulver, som visserligen kan plasticeras i ett ytskikt vid det första slaget, men detta försvårar istället plasticiseringen av pulvret längre ner i pulverbädden, kompakteringen blir mycket inhomogen och friktionen ökar.

25 Principen för uppfinningen är därför att man först framställer en mellanprodukt, som är lämpad för en slutformningsoperation baserad på att i ett enda slag forma den högreliefmönstrade plattan genom tillförsel av mycket hög kinetisk energi.

Enligt uppfinningen framställer man sålunda i åtminstone ett förberedande steg en  
30 mellanprodukt innefattande åtminstone ett första parti som skall bilda nämnda högreliefmönstrade fält, som dock ännu ej är högreliefmönstrade men innehåller en materialmängd, företrädesvis metall och/eller keram, som väsentligen motsvarar materialmängden inom nämnda fält i den färdiga plattan och andra partier som skall  
35 bilda nämnda kantpartier och som innehåller minst den materialmängd som skall ingå i dessa partier i den färdiga plattan. Denna mellanprodukt placeras mellan åtminstone två, relativt varandra rörliga, graverade formverktygsdelar, av vilka åtminstone en är  
högreliefgraverad och åtminstone en är en stans, vilka verktygsdelar, då de är maximalt

5 sammanförla, mellan sig och/eller tillsammans med ytterligare åtminstone någon verktygsdel, bildar ett formningshålrum motsvarande den slutliga formen på den färdiga plattan inom områdena för nämnda högreliefmönstrade fält och åtminstone nära den slutliga formen på nämnda kantpartier. Därefter framställs högreliefmönstret inom området/områdena för nämnda fält i en slutformningsoperation genom att de graverade verktygsdelarna slås mot varandra genom att åtminstone nämnda stans i ett enda slag med mycket hög eller, mer korrekt, adekvat kinetisk energi hos rörliga verktygsdelar slås mot nämnda mellanprodukt, varvid materialet inom områdena för nämnda åtminstone ett första parti bringas att flyta ut och utfylla formningshålrummet till att 10 bilda nämnda högreliefmönster väsentligen utan materialtransport mellan nämnda första och andra partier.

15 För att slå de graverade verktygsdelarna mot varandra kan användas en, respektive två, hejare, företrädesvis hydrauliskt driven/drivna, som slås mot stansen, respektive stansarna, som i sin tur överför den kinetiska energin till mellanprodukten. Stansarna och slagdonen utgörs i detta fall sålunda av separata enheter och slagdonen av t ex av hydrauliska slagkolv. Det är emellertid möjligt att slagdonen och stansarna bildar integrerade enheter. Detta gäller i synnerhet de fall då slaget utförs uppifrån, varvid 20 slagdonet, t ex en hydraulisk kolv, är förenad med den stans som uppifrån slås ned i matrisen. Stansen utgör i detta fall en förlängning av slagkolvens kolvstång. Samma förhållande kan i princip även tänkas i det fall då slagmaskinen innefattar även en undre stans, som t ex via en understanshållare kan vara förenad med ett undre slagdon, som också kan utgöras av en kolv. Enligt denna modifikation sker stansarnas acceleration under slaget företrädesvis inom det genomgående hål i nämnda ytterligare åtminstone 25 någon verktygsdel, som företrädesvis utgörs av en matris, som innefattar det formningshålrum i vilket formningsarbetet sker.

30 Genom att man i slutformningsoperationen utnyttjar en mycket hög slagverkan i ett enda, mycket kraftigt slag på arbetsmaterialet från ett eller från två motsatta håll skapas ett mycket kortvarigt tryck, som är så högt att arbetsmaterialet plasticeras och utfyller formningshålrummet, så att materialet flyter ut i alla delar av formningshålrummet betydligt effektivare, sannolikt på grund av lägre friktion, än i en konventionell pressningsoperation, som bygger på att man utnyttjar mycket höga statiska krafter med lång varaktighet. Denna teknik, som innebär formning med hög, eller mer korrekt, 35 adekvat kinetisk energi hos rörliga verktygsdelar, gör att materialet plasticeras och därmed sannolikt även den lägre friktionen uppstår, vilket tillåter att materialet formas plastiskt med en hastighet som kan vara 10-100 gånger snabbare än vid konventionell formningsteknik.

Enligt utförda mätningar och beräkningar har tryckpulsen vid nämnda enda slag en varaktighet som är mindre än 0.001 sek men en magnitud som ligger inom intervallet 1-10 Gpa. Typiskt är intervallet 1.5-5 GPa. Genom det höga trycket och därav orsakad plasticisering skapas sannolikt även den låga friktionen mellan arbetsmaterial och formningshålrummets väggar, och mellan pulverkornen, då arbetsmaterialet utgörs av ett pulver (kan tillämpas vid tillverkningen av mellanprodukten), vilket bidrar till eller är en förutsättning för, att materialet kan flyta ut och uppfylla formningshålrummets alla delar.

Utgångsmaterialet för mellanprodukten är antingen ett keramiskt pulver eller ett metallpulver eller en homogen keram- eller metallplatta, som kan tillverkas på konventionellt sätt, till exempel genom utstansning ur en större plåt, eller genom kompaktering och sintring av pulver, eller på annat pulvertekniskt sätt så att man får en homogen, jämntjock platta. Åtminstone då man utgår från en homogen platta kan tillverkningen av mellanprodukten gå ut på att pressa ut material till plattans ytterkanter. Vilken teknik som än används för tillverkningen av mellanprodukten är syftet att skapa en mellanprodukt i vilken rätt mängd material finns på rätt plats, dvs. i området för nämnda fält, respektive nämnda kantpartier, vid slutformningsoperationen, då plattan formas mellan de graverade verktygsdelarna under mycket kortvarigt, mycket högt tryck enligt ovan, så att den får nämnda högreliefmönster inom området för mittfältet, t.ex. formas med spår och bommar, då det är fråga om tillverkning av bränslecellsplattor. Vid slutformningsoperationen, då man får materialet att flyta på grund av plasticisering under mycket högt tryck, kan även den porositet elimineras som eventuellt finns i mellanprodukten, då man utgår från pulver, så att tillräcklig täthet uppnås för t.ex. plattans funktion i en bränslecell. Alternativt kan porositeten elimineras genom att den slutformade plattan sintras i en efterföljande operation. Enligt ännu ett alternativ elimineras porositeten redan i mellanprodukten genom att denna sintras, dvs. upphettas till adekvat temperatur för sammansmältning av existerande porer i materialet, innan plattan slutformas. Även en kombination av dessa alternativ är tänkbar.

Vid tillverkningen av mellanprodukten kan en råpresskropp tillverkas pulvertekniskt, vilken mellanprodukt, som nämnts ovan, lämpligen sintras genom upphettning, så att pulverkornen koalescerar till att bilda en väsentligen konsoliderad kropp ägnad för den efterföljande slutformningen genom att graverade verktygsdelar förs mot varandra med så hög kinetisk energi att materialet plasticeras enligt ovan. Man kan även tänka sig att mellanprodukten framställs genom pressning av pulver i ett verktyg, som innehåller

åtminstone en stans som med hög kinetisk energi slås mot pulvret, varvid stansens kinetiska energi är så hög och i så hög grad överförs till pulvret att detta plastisciseras i så hög grad att mellanprodukten blir tillräckligt konsoliderad för att kunna användas som mellanprodukt för slutformningsoperationen. Man kan även tänka sig att 5 pressningen till att bilda en råpresskropp eller konsoliderad kropp utförs i flera steg.

För att underlätta förkompakteringen av pulvret till en väl sammanhållen eller konsoliderad kropp vid tillverkningen av mellanprodukten, då man utgår från metallpulver, kan 10 det vara fördelaktigt att förväarma pulvret till åtminstone 70°C före pressningsoperationen, respektive pressningsoperationerna. Särskilt gäller detta då nämnda metall består 15 av en lättmetall, företrädesvis någon av de metaller som tillhör gruppen aluminium, magnesium och titan, eller av en legering som huvudsakligen består av en eller flera av nämnda metaller. Typiskt tillverkas bränslecellplattor av sådan metall. Vid tillverkning av plattor av andra metaller, t.ex. mässing eller stål, inkluderande rostfritt stål, bör utgångsmaterialet, vare sig det är pulver eller en homogen platta, förvärmas till högre temperatur.

Mellanprodukten kan även tillverkas av en homogen metallplatta genom konventionell bearbetning, såsom t.ex. fräsning eller slipning för att skapa nämnda första parti eller 20 partier med mindre tjocklek än kantpartierna, dvs. tillförsäkra ”rätt mängd metall på rätt plats” för den efterföljande slutformningen medelst högkinetisk energi, då högrelief-mönstret skapas.

Vid den eller de formningsoperationer, som innehåller relativ rörelse av verktygsdelar 25 med tillräckligt hög kinetisk energi mot varandra, kan undre verktygsdelar anordnas på ett fast eller vid formningsoperationen uppåt rörligt städ, medan övre verktygsdelar, som accelereras till att erhålla en tillräckligt hög kinetisk energi, slås nedåt mot den eller de undre verktygsdelarna, varvid anordningar företrädesvis finns för att dämpa eller eliminera den chockvåg som eljest utvecklas i den slagmaskin som härvid används. 30 Exempelvis kan användas någon av de slagmaskiner som beskrivs i de av samma sökande inlämnade svenska patentansökningarna 0001558-6, 0001560-2, 0002030-5 och/eller 0003279-7, vilka härmed införlivas i denna text genom hänvisning. Dessa maskiner lämpar sig särskilt väl vid slutformningen av bränslecellplattor och värmeväxlarplattor, innehållande så kallad högrörelseenergiformgivning, men kan även 35 med fördel användas för tillverkning av mellanprodukten i det fall även denna tillverkning innehåller formgivning som utnyttjar tillförsel av adekvat kinetisk energi för att skapa en mycket kortvarig tryckpuls med mycket hög magnitud.

Man kan även tänka sig att gravyren för metallplattans sidor, såväl vid formningen av mellanprodukten från pulver som vid slutformningen av de högreliefmönstrade plattorna, tillverkas av separata verktygsdelar. Till exempel kan en central stans och en första hejare, vilka eventuellt kan vara integrerade, användas för det eller de mittfält 5 som skall högreliefmönstras och en eller flera andra runtomgående stansar och en eller flera andra hejare, vilka också eventuellt kan vara integrerade, användas för att forma det runtomgående ramformade kantpartiet. Denna princip ger möjlighet att tillföra mest rörelseenergi till det område där kraven på god flytbarhet är störst, dvs. det eller de mittfält som skall högreliefmönstras.

10

I slagmaskiner används en teknik som ofta benämns höghastighetsformning, eftersom höga hastigheter hos hejarna i slagmaskiner generellt ansetts vara en förutsättning för att avsedda resultat med avseende på formningsarbetet skall uppnås. Höga hastigheter hos de rörliga enheterna kan emellertid innehålla en komplikation då man arbetar enligt 15 motslagsprincipen, dvs. med rörliga enheter som rör sig mot varandra under slagoperationen. Komplikationen ligger i att de mot varandra rörliga enheternas rörelser måste synkroniseras och koordineras med stor noggrannhet både med avseende på hastighet (impuls) och position för att träff skall ske simultant med rätt impuls hos de massor som rör sig mot varandra, vilket blir svårare ju högre hastigheterna hos de 20 rörliga enheterna är.

Till grund för en aspekt på uppfinningen ligger bedömningen att hastigheten hos de rörliga enheterna i slagmaskinerna, vilka rör sig mot varandra under slagoperationen, inte alls måste vara så stora som man haft anledning räkna med på grund av vad som 25 utläres genom tidigare känd teknik. Inte heller torde de kinetiska energierna vara i motsvarande grad höga, dvs. lägre hastigheter skall inte nödvändigtvis behöva kompenseras med i motsvarande grad större rörliga massor. Med bibehållande av samma massor kan sålunda, enligt denna aspekt på uppfinningen, hastigheten sänkas från storleksordningen 5 å 10 meter per sekund hos nämnda hejare till storleksordningen 30 1 m/sek, eller mer generellt 0.5-2 m/sek.

De lägre hastigheterna förbättrar sålunda möjligheten att synkronisera de mot varandra rörliga enheternas rörelser under slagoperationen. Trots att hastigheterna radikalt minskas kan formningsarbetet ändå bli fullgott, vare sig arbetsmaterialet utgörs av ett 35 pulver eller av en fast kropp. Utan att binda uppfinningen vid någon speciell teori kan det antas att detta har sin grund i den goda synkroniseringen av de motriktade rörelserna, vilket i sin tur resulterar i att den kinetiska energin hos de rörliga massorna

väsentligen utnyttjas i effektivt formningsarbete med små energiförluster till fundament och stativ.

En annan gynnsam effekt med de lägre hastigheterna hos de mot varandra rörliga enheterna är att slaglängderna kan förkortas. Detta gör det möjligt att utforma slagdonen/hejarna och stansarna till att bilda integrerade enheter, såsom nämnts ovan. Stansarna kan i detta fall vara införda i matrisens övre, respektive nedre öppningar i utgångsläget för en slagoperation, även i det fall stansarna är integrerade med slagdonen/hejarna eller motsvarande, varigenom slaglängderna, dvs. accelerationssträckorna, blir kortare än den axiella längden hos formningshålrummet i matrisen.

Det skall sålunda inses att uttryck som hög kinetisk energi eller mycket hög kinetisk energi är relativt begrepp och skall tolkas med innebördens adekvat kinetisk energi för att uppnå den effekt med avseende på formningsarbetet, som har nämnts i det föregående och som kommer att beskrivas mer i detalj i den följande, detaljerade beskrivningen av uppfinningen.

Ytterligare kännetecken och aspekter på uppfinningen samt fördelar med denna framgår av de efterföljande patentkraven samt av följande beskrivning av en utföringsform.

#### KORT FIGURBESKRIVNING

I följande beskrivning av en utföringsform av uppfinningen kommer att hänvisas till bifogade ritningsfigurer, som schematiskt illustrerar tillverkningen av en bränslecellplatta, varvid

Fig. 1 schematiskt visar verktygsdelarna för tillverkning av en mellanprodukt,  
Fig. 2 utgör parti av Fig. 1 i större skala,  
Fig. 3 visar verktygsdelarna för tillverkning av slutprodukten,  
Fig. 4 visar ett parti av Fig. 3 i större skala,  
Fig. 5 visar den principiella utformningen av mellanprodukten i genomskärning, och  
Fig. 6 visar den principiella utformningen av slutprodukten, en metallplatta för bränsleceller i genomskärning.

#### BESKRIVNING AV FÖREDRAGEN UTFÖRINGSFORM

Med hänvisning först till Fig. 5 och 6 betecknas en mellanprodukt med siffran 1 och en schematiskt, i genomskärning visad metallplatta för bränsleceller allmänt med siffran 2.

Plattan 2, som har en huvudsakligen kvadratisk form, består av ett centralt fält 3, som upptar större delen av plattans yta, och kantpartier 4, som är breda i förhållande till plattans tjocklek och löper runt hela fältet 3 som en ram. Kantpartierna 4 har plana bredytor 5, 6. Yttersidorna har betecknats 7. Mittfältet 3 är enligt utföringsformen 5 högreliefmönstrat på båda sidorna (även enkelsidig högreliefmönstring är tänkbar i vissa fall) och uppvisar omväxlande bommar 8 och dalar 9. Bommarna och dalarna 8, 9 på ovansidan löper enligt utföringsformen vinkelrätt eller i det närmaste vinkelrätt mot bommarna och dalarna på undersidan. Mellan dalarna 9, dvs. mellan plattans båda sidor, finns ett tunt liv 10. Bommarnas 8 toppar ligger enligt utföringsformen i plan med 10 kantpartiernas bredytor 5, 6.

Mellanprodukten 1 består av ett centralt, första parti 11, som i den färdiga produkten skall bilda det högreliefmönstrade fältet 3, och runtom detta första parti 11, runtomgående partier 12, som skall bilda nämnda runtomgående partier eller ram 4 i den 15 färdiga plattan 2.

Tillverkningen av mellanprodukten 1 går ut på att skapa en konsoliderad och väsentligen homogen mellanprodukt, som i mittpartiet 11 innehåller den metallmängd som skall ingå i det högreliefmönstrade mittfältet 3 i den färdiga produkten 2. Eventuellt kan 20 ett mycket litet metallöverskott tillåtas i mittpartiet 1, som enligt utföringsformen är helt plant. Även sidopartierna 12 i mellanprodukten 1 skall innehålla den metallmängd som skall ingå i ytterpartierna 4 i den färdiga produkten 2. Ett visst överskott metall i partierna 12 kan tolereras, om slutformningen av produkten 2 utförs på sådant sätt att överskottet kan bringas att flyta ut till att bilda "skägg" eller motsvarande som kan 25 avlägsnas vid en rensningsoperation efter fullbordad formpressning.

För tillverkningen av mellanprodukten 1 kan användas de verktygskomponenter som visas i Fig. 1 och Fig. 2. De tre formverktygsdelarna utgörs av en dyna 20, en stans 21 och en matris 22. Den senare visas i genomskärning. Matrisen omger med tätning övre 30 delen av dynan 20 och fungerar även som styrning för stansen 21 i dennes arbete. Dynans 20 och stansens 21 mot varandra vända ytor kan uppvisa likadana gravyrer 23, så utformade att mellanprodukten 1 båda bredsidor utgör kongruenta avbildningar av gravyrerna 23. Detta innebär sålunda att dynan 20 och stansen 21 uppvisar ett plant mittparti 24 för formning av mellanpartiet 11 i mellanprodukten 1 och en runtomgående 35 fördjupning 25 för formning av ramen 12 i mellanprodukten 1.

Vid tillverkningen av mellanprodukten 1 satsas en väl uppmätt mängd metall- och/eller keramiskt pulver i det utrymme 26 som är bildat av matrisen 22 och dynan 23, i vilket alltså dynan 23 utgör botten och matrisen 22 vägg. Alternativt kan man använda en plan platta som utgångsmaterial för tillverkningen av mellanprodukten 1. Även denna skall 5 innehålla samma materialmängd som i den önskade mellanprodukten 1 och företrädesvis har den en yttre form som motsvarar formen på hålet i matrisen 22. Vare sig man använder pulver eller en fast kropp som utgångsmaterial, så kan det vara lämpligt att förvärma det före formningsoperationen, såsom nämnts i den inledande redogörelsen för uppfinningen.

10 Dynan 20 och matrisen 22 är anordnade i ett icke visat verktygshus, som placeras på ett fast eller rörligt städ. Stansen 21 förs ned i hålet i matrisen 22 så långt att det kommer i kontakt med pulvret respektive den homogena plattan. Då det är fråga om pulver pressas stansen 21 med viss kraft mot pulvret, så att pulverborken utsätts för ett lätt tryck, så att 15 de orienterar sig så att man får en viss tätpackning av pulverbädden i det formnings- hålrum som definieras av de båda gravyrerna 23 och matrisen 22. Därefter slås en hejare, t.ex. en slagkolv i en slagmaskin med mycket hög kinetisk energi, mot stansens 21 ovansida, lämpligen via en slagkropp som vilar mot stansen och överför hejarens slagenergi till denna. Den mycket stora slagenergin överförs till pulvret i 20 formningshålrummet, så att pulvret plasticeras, varigenom pulverborken plasticeras och på någon mikrosekund bildar en konsoliderad kropp med den önskade formen hos mellanprodukten 1. Vid denna högröelseenergiformning kan en viss flytning av det under slaget plastisicerade materialet ske mellan partierna 11 och 12.

25 Stansen 21 lyfts därefter åter upp och den formade mellanprodukten 1 stöts ut ur matrisen 22, lämpligen genom relativ rörelse mellan matrisen 22 och dynan 20.

I det fall motslagsprincipen tillämpas, såsom enligt beskrivningarna i någon av de svenska patentansökningarna 0001558-6 eller 0002030-5, varvid dynan 20 slås uppåt i 30 matrisen synkront med att stansen 21 slås nedåt och med samma rörelsemängd hos de rörliga delarna, effektiviseras formningsarbetet genom att rörelseenergierna i högre grad överförs till den produkt som skall formas än i det fall dynan 2 är stationär. I detta fall behöver hastigheterna inte vara så höga, som då endast stansen utsätts för slagverkan. Då motslagsprincipen används accelereras sålunda de rörliga delarna till att erhålla en 35 adekvat kinetisk energi, som inte nödvändigtvis behöver vara extremt hög.

För att säkerställa att mellanprodukten 1 är fullständigt konsoliderad bör den sintras före slutformningen till färdig produkt 2. I all synnerhet gäller detta om mellanprodukten inte formas genom tillförsel av mycket hög kinetisk energi, som skapar en kortvarig tryckpuls av hög magnitud utan genom ett mer konventionellt pressningsförfarande, 5 som ger en råpresskropp med lägre hållfasthet.

Formverktygsdelarna för formningen av den färdiga plattan 2 är utformade på sätt som är analogt med verktygsdelarna för tillverkningen av mellanprodukten 1 och innehåller sålunda en dyna 30, en stans 31 och en matris 32, varvid dynan 30 och stansen 31 har 10 gravyrer 33 som är kongruenta med bredsidorna på den färdiga produkten 2. Sålunda uppvisar t.ex. dynans 30 gravyr 33 ett mittparti 34 med förhöjningar som skall bilda dalarna 9 i högreliefmönstret i den färdiga metallplattans 2 mittfält 3, vilka dalar skall bilda en eller flera kanaler i plattan, och fördjupningar, som skall bilda bommarna 8 mellan dessa fördjupningar/kanaler 9. Runt detta profilerade mittparti 34 finns ett 15 runtomgående parti 35, som är plant och ligger i nivå med botten av fördjupningarna i mittpartiet 34, så att det runtomgående kantpartiets 4 båda plansidor 5, 6 kommer att ligga i nivå med toppen på bommarna 8 i den färdiga plattan 2.

Mellanprodukten 1 placeras på dynan 30 i utrymmet 36 i matrisen 32. Stansen 31 sänks 20 ned så att den kommer att vila på mellanprodukten 1. Eventuellt förvärmats mellanprodukten 1 innan ett slagdon med mycket hög kinetisk energi slås mot stansens 31 ovansida. Slagenergin överförs till mellanprodukten 1, som plasticeras. Materialet i mittpartiet 11 flyter ut till att bilda nämnda bommor 8 och spår 9, dvs. högreliefmönstret i området för mittfältet 3. Samtidigt slutformas även kantpartierna 4, och vid behov kan 25 porer i materialet elimineras, så att den färdiga plattan 2 blir mycket tät. Någon materialtransport mellan mittpartiet 11 och kantpartierna 12 sker väsentligen icke under denna slutformning. Eventuellt överskott av metall i kantpartierna 12, Fig. 5, kan tillåtas flyta ut förbi de ändsidor 7 som formas av matrisen 32, varvid denna kan utformas med icke visade expansionsutrymmen för sådant minimalt metallflöde. Det ”skägg” som 30 sålunda kan bildas i liten omfattning kan avlägsnas genom en avslutande rensningsoperation, då den formade plattan 2 har stötts ut ur verktyget. Även vid denna slutformningsoperation kan den ovan nämnda motslagsprincipen tillämpas, dvs. att stansen 31 och dynan 30 simultant slås mot varandra med lika stora rörelsemängder, varvid hastigheterna hos de rörliga verktygsdelarna inte behöver vara så höga som då 35 stansen 31 slås mot en stationär dyna, dock vara adekvata för att åstadkomma den önskade plasticeringen av mellanprodukten, så att materialet i mittpartiet 11 flyter ut till att bilda nämnda bommor 8 och spår 9, dvs. högreliefmönstret i området för mittfältet 3.

**PATENTKRAV**

1. Sätt att tillverka en platta (2) av metall eller keram, vilken uppvisar ett eller flera fält (3) som upptar större delen av plattans yta och som på åtminstone plattans ena sida är högreliefmönstrade, mer bestämt mönstrade så att plattan på nämnda åtminstone ena sida inom området för nämnda fält har reliefer som uppvisar höga utskott (8) omväxlande med djupa dalar (9) eller försänkningar och mellan sidorna ett tunt liv (10), vilket eller vilka högreliefmönstrade fält åtminstone delvis kantas av breda kantpartier (4) som har en tjocklek som är större än plattans medeltjocklek inom området för nämnda högreliefmönstrade fält, k ä n n e t e c k n a t a v
- 10 - att i åtminstone ett förberedande steg framställs en mellanprodukt (1) innefattande åtminstone ett första parti (11) som skall bilda nämnda högreliefmönstrade fält, vilka dock ännu ej är högreliefmönstrade men innehåller en materialmängd som väsentligen motsvarar materialmängden inom nämnda fält i den färdiga plattan, och andra partier (12) som skall bilda nämnda kantpartier och som innehåller huvudsakligen den materialmängd som skall ingå i dessa partier i den färdiga plattan,
- 15 - att mellanprodukten placeras mellan åtminstone två, relativt varandra rörliga, graverade verktygsdelar (30, 31), av vilka åtminstone en är högreliefgraverad och åtminstone en är en stans (31), vilka verktygsdelar, då de är maximalt sammanförda, mellan sig och/eller tillsammans med ytterligare åtminstone någon verktygsdel, bildar ett formningshålrum motsvarande den slutliga formen på den färdiga plattan inom områdena för nämnda högreliefmönstrade fält och åtminstone nära den slutliga formen på nämnda kantpartier,
- 20 - och att högreliefmönstret inom området/områdena för nämnda fält därefter framställs genom att de graverade verktygsdelarna slås mot varandra genom att åtminstone nämnda stans slås mot nämnda mellanprodukt, varvid materialet inom områdena för nämnda åtminstone ett första parti bringas att flyta ut och utfylla formningshålrummet till att bilda nämnda högreliefmönster väsentligen utan materialtransport mellan nämnda första och andra partier.
- 25 30 2. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t a v att, vid framställning av högreliefmönstret, ett slagdon slås mot åtminstone nämnda stans, som överför slagenergi till mellanprodukten (1).
- 35 3. Sätt enligt krav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t a v att tillverkningen av mellanprodukten innefattar pulverteknisk tillverkning av en råpresskropp, som sintras genom upphettning så att pulverkornen koalescerar till att bilda en väsentligen konsoliderad kropp.

4. Sätt enligt krav 3, k ä n n e t e c k n a t av att pulverkornen i utgångsmaterialet förbinds mekaniskt med varandra vid tillverkningen av råpresskroppen.
5. Sätt enligt något av kraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t av att tillverkningen av mellanprodukten utförs genom pressning av pulver i ett verktyg, som innehållar åtminstone en stans som utsätts för slagverkan, så att kinetisk energi i så hög grad överförs via stansen till pulvret att detta plasticeras.
10. Sätt enligt något av kraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t av att tillverkningen av mellanprodukten utförs genom pressning av pulver i ett verktyg, som innehållar åtminstone en stans som med så högt tryck pressas mot pulvret att detta plasticeras.
15. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att tillverkningen av mellanprodukten utförs genom pressning av pulver i ett verktyg, som innehållar åtminstone en stans som slås mot pulvret med så högt tryck att pulverkornen plasticeras till att bilda en väsentlig konsoliderad kropp.
20. Sätt enligt något av kraven 3-7, k ä n n e t e c k n a t av att formningen av mellanprodukten i form av en råpresskropp eller konsoliderad kropp utförs i flera steg.
25. Sätt enligt något av kraven 3-8, k ä n n e t e c k n a t av att pulvret förvärmits till åtminstone 70°C före formningen av mellanprodukten i en eller flera operationer.
30. Sätt enligt något av kraven 1-9, k ä n n e t e c k n a t av att vid tillverkningen av mellanprodukten en första graverad verktygsdel, som utgör en undre verktygsdel, är stationär och bildar en dyna, och att en andra graverad verktygsdel, som är en stans, slås eller pressas mot dynan, som innehåller det pulver som skall bilda mellanprodukten.
35. Sätt enligt något av kraven 1-10, k ä n n e t e c k n a t av att vid tillverkningen av mellanprodukten de båda, relativt varandra rörliga verktygsdelarna slås eller pressas mot varandra, den ena uppifrån och nedåt och den andra nedifrån och uppåt relativt omgivningen.
12. Sätt enligt något av kraven 1-11, k ä n n e t e c k n a t av att tillverkningen av mellanprodukten utförs i ett formverktyg i vilket satsas så mycket material att dess nettovolym motsvarar åtminstone volymen hos formningshålrummet för slutformningen av plattan, att man därefter tillverkar mellanprodukten genom en eller flera slag-

operationer, varvid eventuellt överskott av material inom något av nämnda första och andra partier pressas över till det eller de partier som har underskott av material för erhållande av nämnda mellanprodukt i vilken åtminstone nämnda första parti innehåller en materialmängd som väsentligen motsvarar mängden i nämnda högreliefmönstrade fält i den slutformade plattan.

13. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att mellanprodukten tillverkas genom plastisk bearbetning av en plan plåt, som innehåller åtminstone den materialmängd som skall ingå i den färdiga plattan, och att vid den plastiska bearbetningen material bringas att flyta ut från nämnda åtminstone ett första parti, som skall bilda nämnda högreliefmönstrade fält, till nämnda andra partier som skall bilda nämnda kantpartier, så att den resterande materialmängden inom området för nämnda åtminstone ett första parti väsentligen motsvarar mängden inom nämnda högreliefmönstrade fält i den färdiga plattan och så att den resulterande mängden i området för nämnda andra partier kommer att innehålla minst den mängd som skall ingå i dessa partier i den färdiga produkten.

14. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att mellanprodukten framställs genom skärande bearbetning av en plåt inom åtminstone det första parti som skall bilda nämnda högreliefmönstrade fält, så att detta kommer att innehålla väsentligen den materialmängd som motsvarar mängden inom nämnda fält i den färdiga plattan.

15. Sätt enligt något av föregående krav, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda kantpartier formas i formningshålrummet av materialet i nämnda andra partier, samtidigt med att nämnda högreliefmönster formas.

25 16. Sätt enligt krav 15, k ä n n e t e c k n a t av att överskott av material i nämnda andra partier i mellanprodukten pressas ut från formningshålrummet i ett delningsplan mellan verktygsdelarna eller till särskilda expansionsutrymmen vid formningen av högreliefmönstret och av nämnda kantpartier, och att det utpressade materialet därefter avlägsnas genom rensning av den erhållna plattan.

35 17. Sätt enligt något av kraven 1-16, k ä n n e t e c k n a t av att vid formningen av högreliefmönstret en undre graverad verktygsdel, som innehåller mellanprodukten och som bildar en dyna, är placerad på ett städ och att en övre verktygsdel, som är en graverad stans, slås mot dynan.

18. Sätt enligt krav 17, kännetecknat av att den enhet som utgörs av städet och en verktygsenhets innehåller dynan är rörligt och bringas att röra sig uppåt samtidigt med att stansen slås nedåt, varvid de uppifrån och nedifrån rörliga enheternas massor och hastigheter är sådana att deras impulser, dvs. produkten av massan gånger hastigheten, är väsentligen lika stora då de rörliga enheterna möts.

19. Sätt enligt något av föregående kraven 1-18, kännetecknat av att den slutformade plattan upphettas till sintringstemperaturen i en efterföljande operation för eliminering av eventuellt kvarvarande porer i materialet.

10 20. Sätt enligt något av föregående krav, kännetecknat av att nämnda material huvudsakligen utgörs av något av följande material: grafit eller annan keram, rostfritt stål, titan, aluminium, magnesium eller annan lättmetall, eller av en kombination av två eller fler av nämnda material.

15 21. Platta tillverkad enligt något av kraven 1-20.

22. Platta enligt krav 21, kännetecknad av att den utgörs av en platta av det slag som ingår i bränsleceller för att bidra till att separera olika gaser, transportera restprodukter samt leda utvunnen ström ur bränslecellen.

20 23. Platta enligt krav 21, kännetecknad av att den utgörs av en platta av det slag som ingår i värmeväxlare.

## SAMMANDRAG

Uppfinningen avser ett sätt att tillverka en platta (2) av metall och/eller keram, vilken uppvisar ett eller flera fält (3) som upptar större delen av plattans yta och som på åtminstone plattans ena sida är högreliefmönstrade, mer bestämt mönstrade så att plattan 5 på nämnda åtminstone ena sida inom området för nämnda fält har reliefer som uppvisar höga utskott (8) omväxlande med djupa dalar (9) eller försänkningar och mellan sidorna ett tunt liv (10), vilket eller vilka högreliefmönstrade fält kantas helt eller delvis av breda kantpartier (4) som har en tjocklek som är större än plattans medeltjocklek inom området för nämnda högreliefmönstrade fält. I ett förberedande steg framställs en 10 mellanprodukt (1) innehållande åtminstone ett första parti (11) som skall bilda nämnda högreliefmönstrade fält, vilka dock ännu ej är högreliefmönstrade men innehåller en adekvat materialmängd. Därefter placeras mellanprodukten mellan tvågraverade formverktygsdelar (30, 31), som slås mot varandra genom att ett slagdon med tillräckligt hög kinetisk energi slås mot åtminstone en av formverktygsdelarna för att 15 materialet skall flyta ut och utfylla formningshålrummet mellan verktygsdelarna.